

SKRIPSI

PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PENGELASAN SMAW MENGUNAKAN LOGAM BERBEDA BAJA JIS G 3131 SPHC DENGAN SS AISI 201 TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA APLIKASI SCREW CONVEYOR



DISUSUN OLEH:

NAMA : DIAN BUDI UTOMO

NIM : 1511064

**PROGAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

2019

SKRIPSI
PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PENGELASAN SMAW
MENGGUNAKAN LOGAM BERBEDA BAJA JIS G 3131 SPHC DENGAN SS
AISI 201 TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA APLIKASI
SCREW CONVEYOR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)
jurusan Teknik Mesin

DISUSUN OLEH:

NAMA : Dian Budi Utomo
Nim : 1511064

PROGAM STUDI TEKNIK MESIN S-1
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2019

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PENGELASAN SMAW
MENGUNAKAN LOGAM BERBEDA BAJA JIS G 3131 SPHC DENGAN SS
AISI 201 TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA APLIKASI
SCREW CONVEYOR**



DISUSUN OLEH :

Nama : Dian Budi Utomo

NIM : 1511064

Malang, 27 Juli 2019

Mengetahui
Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1

Sibut, ST., MT.
NIP.1030300379



Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing

Ir. Teguh Rahardjo, MT.
NIP. 199570601 199202 1001



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PERKAMPUS MALANG
KAMPUS MALANG


Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI


Nama : Dian Budi Utomo
Nim : 15.11.064
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin
Program Studi : Strata Satu (S-1)
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Pengelasan
SMAW Menggunakan Logam Baja Berbeda Baja JIS G
3131 SPHC Dengan SS AISI 201 Terhadap Sifat Mekanik
Pada Aplikasi Screw Conveyor
Dipertahankan Dihadapan Tim Penguji Skripsi Jenjang Strata Satu (S-1) Pada:
Hari / Tanggal : Sabtu, 27 Juli 2019
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 87,90 (A)

Panitia Ujian Skripsi

Ketua

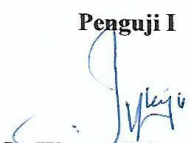

Sibut, ST, MT
NIP. Y. 1030300379

Sekretaris



Ir. Teguh Raharjo, MT
NIP 19570601199202001

Anggota Penguji

Penguji I


Ir. Wayan Sujana, MT
NIP.1958123119890310112

Penguji II


Ir. Mochtar Asroni, MSME
NIP. Y. 1018100036



PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Dian Budi Utomo

NIM : 1511064

Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin S-1, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang.

Menyatakan

Bahwa Skripsi yang saya buat ini adalah hasil karya sendiri dan bukan hasil dari karya orang, kecuali kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian Surat Pernyataan keaslian saya buat dengan data yang sebenarnya.

Malang, 27 Juli 2019



Dian Budi Utomo

NIM. 1511064

LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI

Nama : Dian Budi Utomo
NIM : 1511064
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1 / Material Teknik
Judul Skripsi : **Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Pengelasan
SMAW Menggunakan Logam Berbeda Baja JIS G 3131
SPHC Dengan SS AISI 201 Terhadap Sifat Mekanik Pada
Aplikasi Screw Conveyor**
Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo, MT.

| No | Materi Bimbingan | Waktu Bimbingan | Paraf Dosen Pembimbing |
|----|-------------------------|-----------------|---|
| 1 | Pengajuan Judul Skripsi | 11 April 2019 |  |
| 2 | Konsultasi Bab I & II | 14 Mei 2019 |  |
| 3 | Konsultasi Bab III | 14 Mei 2019 |  |
| 4 | Konsultasi Bab IV | 3 Juli 2019 |  |
| 5 | Konsultasi Bab V | 3 Juli 2019 |  |
| 6 | Makalah Seminar | 17 Juli 2019 |  |
| 7 | Acc Laporan Skripsi | 27 Juli 2019 |  |

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Teguh Rahardjo, MT.
NIP. 199570601 199202 1001

LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Dian Budi Utomo
NIM : 1511064
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1 / Material Teknik
Judul Skripsi : **Pengaruh Variasi Media Pendingin Pada Pengelasan
SMAW Menggunakan Logam Berbeda Baja JIS G 3131
SPHC Dengan SS AISI 201 Terhadap Sifat Mekanik Pada
Aplikasi Screw Conveyor**
Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo, MT.

Tanggal Mengajukan Skripsi : 25 Februari 2019
Tanggal menyelesaikan Skripsi : 27 Juli 2019
Dosen Pembimbing : Ir. Teguh Rahardjo, MT.
Telah Dievaluasi Dengan Nilai : 90,00

Diperiksa / Disetujui
Dosen Pembimbing



Ir. Teguh Rahardjo, MT.
NIP. 199570601 199202 1001

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh

Alhamdulillah hirabbil 'alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan skripsi tepat pada waktunya. Skripsi ini disusun dalam rangka untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Mesin S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan dan motivasi baik secara langsung maupun tidak langsung penulisan skripsi ini tidak akan berhasil, maka dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT., Selaku Rektor ITN Malang
2. Ibu Dr. Elly Nursanti, ST., MT. Selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang
3. Bapak Sibut, ST, MT., Selaku ketua jurusan Teknik Mesin S-1 ITN Malang
4. Bapak Ir. Teguh Rahardjo, MT., selaku Dosen Pembimbing yang tidak hentinya memberi arahan, dukungan serta motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan Skripsi ini.
5. Seluruh Dosen Teknik Mesin dan teman-teman jurusan Teknik Mesin S-1 ITN Malang atas segala ilmu yang telah diberikan dan tak ternilai harganya.
6. Kedua Orang Tua dan saudara kandung saya yang telah membantu dan memberikan doa selama penyusunan skripsi.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu Penulis sangat berharap mendapat kritik dan saran untuk bisa menyempurnakan Skripsi ini.

Wassalamu'alaikum Warohmatullahi Wabarokatuh.

Malang, 27 Juli 2019

Penulis

**PENGARUH VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA PENGELASAN SMAW
MENGUNAKAN LOGAM BERBEDA BAJA JIS G 3131 SPHC DENGAN SS
AISI 201 TERHADAP SIFAT MEKANIK PADA APLIKASI
SCREW CONVEYOR**

Dian Budi Utomo

Jurusan Teknik Mesin Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Raya Karanglo KM. 2, Tasikmadu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65153
(0341) 417636
Email: dianbudi1818@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi media pendingin dengan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) terhadap sifat mekanis pada sambungan las baja JIS G 3131 SPHC dengan Stainless Steel AISI 201. Penelitian ini menggunakan baja karbon rendah JIS G 3131 SPHC yang disambungkan dengan baja tahan karat SS AISI 201 dengan elektroda *Stainless Steel* NSN-308 AWS A5.4 E308-16 Ø. Variasi media pendingin dengan menggunakan media Air, media Oli dan Udara. Setelah proses pengelasan, dilanjutkan pembuatan 15 spesimen uji tarik, 15 spesimen untuk pengujian kekerasan, 15 spesimen untuk pengujian impak dan 3 spesimen untuk pengujian struktur mikro. Setelah itu dilakukan proses pengelasan, dari pengujian tarik nilai tertinggi didapatkan oleh variasi media pendingin air yaitu dengan nilai 34,05 Kgf/mm² sedangkan variasi pendingin udara mendapatkan nilai 34,028 Kgf/mm² dan yang paling rendah adalah media pendingin oli dengan nilai 32,512 Kgf/mm². Sedangkan untuk nilai kekerasan daerah HAZ nilai tertinggi untuk semua variasi berada pada HAZ SS AISI 201 dan terendah untuk semua variasi berada pada HAZ baja JIS G 3131 SPHC. Sedangkan untuk hasil las nilai tertinggi terdapat pada variasi media pendingin air dengan nilai 63,14 (HRC) kemudian untuk media pendingin oli mendapatkan nilai 63,02 (HRC) dan untuk udara mendapatkan nilai 59,56 (HRC). Dan untuk hubungan variasi pendingin dengan energi (Joule) didapatkan hasil paling tinggi yaitu udara dengan energi yang diserap yaitu 8,5056 (Joule) sedangkan media pendingin oli mendapatkan energi yang diserap yaitu 8,0981 (Joule) dan yang paling rendah yaitu media pendingin air dengan energi yang diserap yaitu 7,8836 (Joule).

Kata kunci : Pengelasan Beda Logam, Variasi Media Pendingin, Baja JIS G 3131 SPHC, SS AISI 201

DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| SKRIPSI..... | ii |
| LEMBAR PERSETUJUAN..... | iii |
| BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI..... | iv |
| PERNYATAAN KEASLIAN ISI TULISAN..... | iv |
| LEMBAR ASISTENSI LAPORAN SKRIPSI | vi |
| LEMBAR BIMBINGAN SKRIPSI | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| ABSTRAK | ix |
| DAFTAR ISI..... | x |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR TABEL..... | xvii |
| BAB I | 17 |
| PENDAHULUAN | 17 |
| 1.1 Latar belakang | 17 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 18 |
| 1.3 Batasan Masalah..... | 18 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 19 |
| 1.5 Sistematika Penulisan..... | 20 |
| BAB II..... | 21 |
| LANDASAN TEORI | 21 |
| 2.1 Definisi Pengelasan | 21 |
| 2.2 Teori Pengelasan | 21 |
| 2.3 Siklus Termal Daerah Las | 22 |

| | |
|--|----|
| 2.3.1 Pembekuan Dan Struktur Logam Las | 25 |
| 2.3.2 Struktur Mikro Daerah Pengaruh Panas (HAZ) | 26 |
| 2.3.3 Ketangguhan Dan Penggetasan Pada Daerah HAZ..... | 28 |
| 2.3.4 Ketangguhan Logam Las | 36 |
| 2.4 Retak Pada Daerah Las..... | 38 |
| 2.4.1 Jenis Retak Las | 38 |
| 2.4.2 Penyebab Retak Las Dan Cara Menanggulangi | 39 |
| 2.5 SMAW (Las Shilded Metal Arc Welding)..... | 49 |
| 2.5.1 Pengertian | 49 |
| 2.5.2 Jenis Sambungan Las..... | 51 |
| 2.5.3 Jenis Elektroda..... | 54 |
| 2.6 Baja JIS G 3131 SPHC..... | 58 |
| 2.7 Baja AISI SS 201 | 58 |
| 2.8 Screw conveyor | 59 |
| 2.8.1 Prinsip kerja | 61 |
| 2.9 Uji Tarik | 62 |
| 2.9.1 Tegangan Dan Regangan Pada Baja..... | 63 |
| 2.9.2 Kurva Tegangan Dan Regangan | 64 |
| 2.10 Uji Impak..... | 65 |
| 2.10.1 Perumusan Pada Uji Impact Charpy | 68 |
| 2.10.2 Jenis Patahan..... | 69 |
| 2.11 Uji Kekerasan Rockwell..... | 70 |
| 2.12 Uji Struktur Mikro..... | 74 |
| 2.13 Prinsip Dasar Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>) | 74 |

| | |
|---|----|
| 2.13.1 Faktor-faktor Yang Mempengaruhi (<i>Heat Treatment</i>) | 75 |
| 2.13.2 Jenis-jenis Proses Perlakuan Panas (<i>Heat Treatment</i>) | 75 |
| 2.14 Variasi Media Pendingin | 80 |
| BAB III | 84 |
| METODE PENELITIAN | 84 |
| 3.1 Diagram Alir | 84 |
| 3.2 Bahan Yang Digunakan | 86 |
| 3.3 Alat Yang Digunakan | 86 |
| 3.4 Cara Pembuatan Spesimen | 87 |
| 3.5 Dasar pemilihan spesimen | 88 |
| 3.6 Waktu dan tempat pengujian | 88 |
| 3.7 Prosedur Penelitian | 89 |
| 3.8 Pelaksanaan Pengujian | 90 |
| 3.8.1 Pelaksanaan Pengujian | 90 |
| 3.8.2 Hasil Pengujian | 93 |
| 3.9 Variabel Penelitian | 94 |
| BAB IV | 95 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN | 95 |
| 4.1 Data Hasil Pengujian | 95 |
| 4.1.1 Data Hasil Pengujian Tarik | 95 |
| 4.1.2 Analisa Dan Pembahasan Hasil Pengujian Tarik | 96 |
| 4.2 Pengolahan data Hasil Pengujian Kekerasan | 97 |
| 4.2.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan | 97 |
| 4.2.2 Analisa Dan Pembahasan Hasil Pengujian Kekerasan | 98 |

| | |
|--|-----|
| 4.3 Pengolahan data Hasil Pengujian Impak | 100 |
| 4.3.1 Data Hasil Pengujian Impak | 100 |
| 4.3.2 Analisa Dan Pembahasan Hasil Pengujian Impak | 102 |
| 4.4 Pengolahan Data Pengujian Struktur Mikro..... | 103 |
| 4.4.1. Data Hasil Penelitian Uji Struktur Mikro | 103 |
| 4.4.2 Analisa dan Pembahasan Pengamatan Struktur Mikro | 105 |
| BAB V..... | 106 |
| PENUTUP..... | 106 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 106 |
| 5.2 Saran | 107 |
| DAFTAR PUSTAKA | 108 |
| LAMPIRAN..... | 110 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 1 Siklus Termal Dalam Las Busur Tangan | 23 |
| Gambar 2. 2 Siklus Thermal Las Pada Beberapa Jarak Dari Batas Las | 24 |
| Gambar 2. 3 Arah Pembekuan Dari Logam Las | 25 |
| Gambar 2. 4 Diagram CCT Pada Pengelasan Baja Kekuatan BJ55. | 26 |
| Gambar 2. 5 Diagram CCT Dan Hubungan Antara Waktu Pendingin Dengan Kerasan Dan Struktur..... | 29 |
| Gambar 2. 6 Skema Struktur Mikro Daerah HAZ | 31 |
| Gambar 2. 7 Perubahan Temperatur Transisi Pada Lasan | 31 |
| Gambar 2. 8 Diagram CCT untuk Baja BJ60 (a) dan BJ80 (b) | 33 |
| Gambar 2. 9 Hubungan Antara Sifat Tumbuk dan Kadar O ₂ Dalam Logam Lasan .. | 37 |
| Gambar 2. 10 Retak Dingin | 38 |
| Gambar 2. 11 Retak Panas | 39 |
| Gambar 2. 12 Skema Retak Bebas Tegang | 39 |
| Gambar 2. 13 Kelarutan Hidrogen Dalam Besi Pada Tekanan 1 atm..... | 40 |
| Gambar 2. 14 Pengaruh Udara Terhadap Kadar Hidrogen Difusi Dalam Logam Lasan | 41 |
| Gambar 2. 15 Penyerapan Uap Oleh Elektroda Terbungkus | 41 |
| Gambar 2. 16 Retak Lamel Yang Dimulai Dari Retak Akar | 44 |
| Gambar 2. 17 Pengaruh Kadar Belerang Pada Kepakaan Retak Lamel | 44 |
| Gambar 2. 18 Hubungan Antara Retak Lamel dan Kepekaan PL | 45 |
| Gambar 2. 19 Hubungan Antara Kepekaan PL dan Tegangan Kritik Pada Arah Tebal | 45 |
| Gambar 2. 20 Skema Dari Retak Lintang | 46 |
| Gambar 2. 21 Hubungan Antara Retak Bebas Tegang Dan Temperatur Waktu Pemanasan Dengan Pengujian Lengkung U..... | 47 |
| Gambar 2. 22 Retak Bebas Tegang Pada Pengujian Celah Y Dari Baja BJ 80 Yang Dibebaskan..... | 47 |
| Gambar 2. 23 Diagram Schaeffler | 48 |

| | |
|--|----|
| Gambar 2. 24 Proses Pencairan Elektroda | 49 |
| Gambar 2. 25 Meja Kerja Las | 50 |
| Gambar 2. 26 Hasil Pengelasan | 51 |
| Gambar 2. 27 Macam-macam Bentuk Kapuh Pada Butt Joint | 52 |
| Gambar 2. 28 Macam-macam Sambungan T (Fillet) joint | 52 |
| Gambar 2. 29 Sambungan Corner Joint | 53 |
| Gambar 2. 30 Macam-Macam Sambungan Lap Joint..... | 54 |
| Gambar 2. 31 Screw Conveyor Unit | 60 |
| Gambar 2. 32 Contoh Flight (daun screw)..... | 61 |
| Gambar 2. 33 Alat Uji Tarik | 62 |
| Gambar 2. 34 Ukuran Batang Uji Tarik Menurut AWS | 63 |
| Gambar 2. 35 Kurva Tegang-Regang Teknik | 64 |
| Gambar 2. 36 Batas Elastik Dan Tegangan Luluh 0,2% | 65 |
| Gambar 2. 37 Alat Uji Impak..... | 65 |
| Gambar 2. 38 Alat Uji Impact Charpy | 66 |
| Gambar 2. 39 Jenis Takik..... | 70 |
| Gambar 2. 40 Alat Uji Kekerasan Rockwell..... | 71 |
| Gambar 2. 41 Cara Kerja Mesin Rockwell | 72 |
| Gambar 2. 42 Idendor Type Ball dan Diamond..... | 73 |
| Gambar 2. 43 Pengaruh aneling terhadap kekuatan tarik, kekerasan, kelenturan, dan pertumbuhan Kristal | 76 |
| Gambar 2. 44 Temperatur normalizing untuk besi hypoeutectoid dan hypereutectoid. | 77 |
| Gambar 2. 45 Diagram Tranformation Isothermal | 78 |
| Gambar 2. 46 Diagram Transformation Continuous Cooling..... | 79 |
| Gambar 2. 47 Kecepatan pendinginan dari beberapa pendingin..... | 80 |
| Gambar 2. 48 Diagram pendinginan | 83 |
| Gambar 3. 1 Diagram Alir Pengelasan Beda Logam..... | 84 |
| Gambar 3. 2 Bentuk Kampuh | 87 |
| Gambar 3. 3 Variasi arus yang digunakan | 87 |

| | |
|---|-----|
| Gambar 3. 4 Uji Tarik Tiap Variasi | 89 |
| Gambar 3. 5 Bahan Uji Impak Dan Kekerasan..... | 90 |
| Gambar 3. 6 Rockweel Hardnees Tester | 91 |
| Gambar 3. 7 Charpy Impact Tester | 91 |
| Gambar 3. 8 Micro Computer Universal Testing Machine..... | 92 |
| Gambar 3. 9 Data Hasil Pengujian Tarik | 93 |
| Gambar 3. 10 Hasil Pengujian Impak | 93 |
| Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Variasi Pendingin Terhadap Nilai Tensile Strength (Kg/mm ²)..... | 96 |
| Gambar 4. 2 Grafik Hubungan Variasi Pendingin Terhadap Nilai Kekerasan (HRC)..... | 98 |
| Gambar 4. 3 Grafik Hubungan variasi Pendingin dengan Energi (Joule)..... | 101 |
| Gambar 4. 4 Grafik Hubungan Variasi Pendingin Dengan Harga Impak (Joule/mm) | 101 |
| Gambar 4. 5 Struktur Mikro dengan variasi Media Pendingin Air | 103 |
| Gambar 4. 6 Struktur Mikro dengan variasi Media Pendingin Oli | 103 |
| Gambar 4. 7 Struktur Mikro dengan variasi Media Pendingin Udara | 104 |
| Gambar 4. 8 Grafik Hasil rata-rata Presentase Perlit dan Ferrit (%) | 104 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|-----|
| Tabel 2. 1 Perkiraan Waktu Pendinginan Pada Beberapa Cara Las Busur | 24 |
| Tabel 2. 2 Suhu Transisi Dan Kriteria Patahan | 30 |
| Tabel 2. 3 Komposisi Elektroda NSN-308 AWS A5.4 E308 | 57 |
| Tabel 2. 4 Kondisi Arus Elektroda NSN-308 AWS A5.4 E308 | 58 |
| Tabel 2. 5 Komposisi dan Kekuatan Mekanis JIS G 3131 SPHC | 58 |
| Tabel 2. 6 Komposisi AISI SS 201 Dengan % Berat Setiap Unsur. | 59 |
| Tabel 2. 7 Kekuatan Mekanis AISI SS 201 | 59 |
| Tabel 2. 8 Energi Pada Setiap Sudut Ayun | 68 |
| Tabel 2. 9 Klasifikasi Indentor pada Uji Kekerasan Rockwell | 73 |
| Tabel 4. 1 Data Hasil Uji Tarik | 95 |
| Tabel 4. 2 Nilai Rata-rata Uji Tarik | 95 |
| Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Kekerasan | 97 |
| Tabel 4. 4 Hasil Rata-rata Hasil Uji Kekerasan | 98 |
| Tabel 4. 5 Data Hasil Uji Impak | 100 |
| Tabel 4. 6 Rata-rata Energi (Joule) | 100 |
| Tabel 4. 7 Rata-rata (HI) Harga Impak (Joule/mm)..... | 101 |
| Tabel 4. 8 Rata-rata Presentase Perlit dan Ferrit (%)..... | 104 |